


LIGHT EMITTING DIODE AND ITS FORMING METHOD

Patent Number: JP2000223750
Publication date: 2000-08-11
Inventor(s): SUENAGA RYOMA
Applicant(s): NICHIA CHEM IND LTD
Requested Patent:  JP2000223750
Application Number: JP19990025545 19990202
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L33/00
EC Classification:
Equivalents: JP3367096B2

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emitting diode using fluorescent substance in which irregularity of light emission, unevenness of color and dispersion of light emission between formed light emitting diodes are little and yield is high.
SOLUTION: A light emitting diode has a light emitting element 303 arranged on a substrate 304 and light transmitting resin 301 containing fluorescent substance. Especially, the light transmitting resin 301 has fluorescent substance which absorbs at least, a part of light emitting wavelength from the light emitting element and emits fluorescence. In the light emitting diode, the light emitting element is sealed by a stencil printing.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-223750

(P2000-223750A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) Int.Cl.
H01L 33/00

識別記号

FI
H01L 33/00

キーワード (参考)
N 5F041

審査請求 有 請求項の数 4 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-25545

(22) 出願日 平成11年2月2日 (1999.2.2)

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 末永 良馬

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

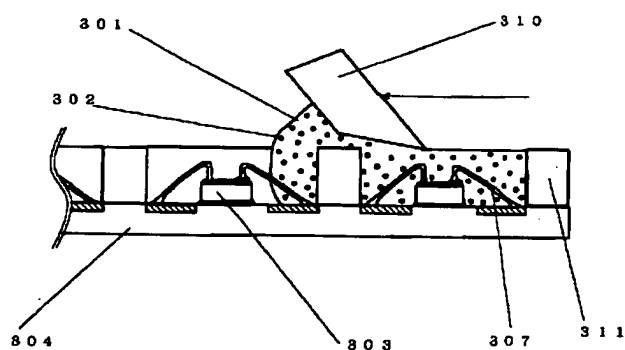
Fターム (参考) 5F041 AA05 AA41 DA56 DA59

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード及びその形成方法

(57) 【要約】

【課題】 発光むら、色むらや形成された発光ダイオード間における発光バラツキが少なく歩留りの高い蛍光物質を利用した発光ダイオードを提供することにある。

【解決手段】 本発明は、基板上に配置された発光素子と、蛍光物質を含有された透光性樹脂とを有する発光ダイオードである。特に、透光性樹脂は発光素子からの発光波長の少なくとも一部を吸収して蛍光を発光する蛍光物質を有し、且つ孔版印刷によって発光素子を封止してなる発光ダイオードである。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に配置された発光素子と、蛍光物質を含有された透光性樹脂とを有する発光ダイオードであって、

前記透光性樹脂は発光素子からの発光波長の少なくとも一部を吸収して蛍光を発光する蛍光物質を有し、且つ孔版印刷によって前記発光素子を封止してなることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】 前記発光素子は少なくとも発光層が可視光を発光する窒化物半導体であると共に前記蛍光体が Y、Lu、Sc、La、Gd 及び Sm の群から選択された少なくとも1つの元素と、Al、Ga 及び In の群から選択される少なくとも1つの元素とを有するセリウムで付活されたガーネット系蛍光体である請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項3】 基板上に配置された発光素子と、蛍光物質が含有された透光性樹脂とを有する発光ダイオードの形成方法であって、

前記発光素子からの発光波長の少なくとも一部を吸収して可視の蛍光を発光する蛍光物質を有する透光性樹脂を孔版印刷によって発光素子を封止することを特徴とする発光ダイオードの形成方法。

【請求項4】 前記孔版印刷を減圧又は加圧下で行う請求項3記載の発光ダイオードの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は発光素子から放出される発光波長の少なくとも一部を蛍光物質により変換して放出する発光ダイオードに係わり、特に、発光むら、色むらや形成された発光ダイオード間における発光バラツキが少なく歩留りの高い発光ダイオードに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体発光素子は、小型で効率よく鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れがない。駆動特性が優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しの強いという特徴を有する。そのため、各種インジケータや種々の光源として利用されている。しかしながら、このような発光素子は単色性のピーク波長を有するが故に白色系（白、ピンクや電球色など）の発光のみを得る場合においても、2種類以上の発光素子を利用せざるを得なかった。また、種々の発光色を簡単に得ることはできなかった。

【0003】 発光チップと蛍光物質を利用して種々の発光色を発光させる発光ダイオードとして、特開平7-99345号公報などに記載されたものが知られている。これらの発光ダイオードは、発光チップの発光を発光観測面側に反射するカップの底部に発光チップを積載させると共にカップ内部に充填された樹脂と、全体を覆った樹脂から構成することができる。内部に充填された樹脂

2

中には発光チップからの光を吸収し、波長変換する蛍光物質を含有させてある。

【0004】 蛍光物質が含有された樹脂は、液状のエポキシ樹脂などを発光素子が搭載されたカップ上にディスペンサ等で滴下注入し、加熱硬化させ色変換部材とさせる。カップ内部以外の樹脂は液状のエポキシ樹脂などをキャスティングケース内に流し込むと共に、色変換部材及び発光チップが形成されたフレーム部材先端を浸漬配置する。これをオープンに入れ加熱硬化させることにより、発光チップからの発光波長を蛍光物質によって波長変換した発光ダイオードとすることができる。例えば、LEDチップからの青色系の光と、その青色系の光を吸収し補色関係にある黄色系を発光する蛍光体からの光との混色により白色が発光可能な発光ダイオードとすることができる。

【0005】 このような発光ダイオードを用いて、所望の白色系などを発光させるためには、それぞれの光を極めて精度良く発光させ混色調整させる必要がある。LEDチップからの光は、その半導体及び駆動電流などにより調節させることができる。一方、蛍光物質からの波長変換された光も蛍光物質の組成や粒径を制御することによってある程度調整することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、蛍光物質自体には密着力がない、或いは弱いため発光素子上に配置固定させるためには、発光素子及び蛍光物質それぞれの光が放出可能な密着性を有する種々の樹脂中などバインダー中に含有させる必要がある。このようなバインダー中に含有された蛍光物質は、その蛍光物質の含有量や分布などによってLEDチップから放出された光量及び蛍光物質から放出された光量が大きく左右される。これらが制御できず、また発光素子から放出される可視光と蛍光物質から放出される光が可視光の混色によって色表現させる場合には、蛍光物質が発光素子の光を吸収するが故にそれぞれの可視光量の違いが大きな問題となる。特に、白色系は人間の目が僅かな色温度差でも識別することができるため大きな問題となる。したがって、本発明は上記問題点を解決し、極めて精度良く蛍光物質の含有量及び分布を均一とさせ発光特性の優れた、歩留りの高い発光ダイオードを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者は種々実験の結果、蛍光物質を利用した発光ダイオードにおいて、発光ダイオード間のバラツキや発光ダイオードの色むらや発光むらは、蛍光物質の分布に大きく起因していること及び特定の形成方法により制御しうることを見出し本発明を成すに至った。

【0008】 即ち、蛍光物質が含有された液状の透光性樹脂を発光素子が配置された型の中に流し込んで形成させる場合、型の中での充填性を考慮して透光性樹脂の粘

50

(3)

3

度はB型粘度計で計測した場合500～1500cP程度の低粘度のものが用いられる。この場合、蛍光物質と透光性樹脂との比重が異なると、透光性樹脂と蛍光物質との両者は容易に分離する。例えば、軽い有機蛍光物質などを利用した場合は浮遊し、重い無機蛍光物質などを利用した場合は沈降する傾向にある。このような分離は蛍光物質の分散不均一を生ずる。

【0009】特に、パッチ式に粘度の低い透光性樹脂と蛍光物質を混合した混合体を少量ずつ型の内部に流し込んでいく方法を繰り返して製造する場合、混合体の透光性樹脂と蛍光物質の分離は時間と共に進行する。したがって、混合直後に製造された発光ダイオードと、混合後しばらく後に製造された発光ダイオードでは、蛍光物質の全体の含有量が異なってしまう傾向にある。

【0010】特に、発光素子からの可視発光と蛍光物質からの可視蛍光との混色光を発光させる発光ダイオードにおいては、蛍光物質の含有量変化及び封止樹脂内での分布不均一がすべて発光色の色温度変化として顕著に現れる。このような問題を以下の本発明によって解決することができる。即ち、本発明は、基板上に配置された発光素子と、蛍光物質を含有された透光性樹脂とを有する発光ダイオードである。特に、透光性樹脂は発光素子からの発光波長の少なくとも一部を吸収して蛍光を発光する蛍光物質を有し、且つ孔版印刷によって前記発光素子を封止してなる発光ダイオードである。これによって制御性よく均一発光可能な発光ダイオードとすることができる。

【0011】また、本発明の請求項2に記載の発光ダイオードは、発光素子は少なくとも発光層が可視光を発光する窒化物半導体であると共に蛍光体がY、Lu、Sc、La、Gd及びSmの群から選択された少なくとも1つの元素と、Al、Ga及びInの群から選択される少なくとも1つの元素とを有するセリウムで付活されたガーネット系蛍光体の発光ダイオードである。これにより均一発光可能な白色発光ダイオードを形成することができる。

【0012】また、本発明の請求項3に記載の発光ダイオードの形成方法は、基板上に配置された発光素子と、蛍光物質が含有された透光性樹脂とを有する発光ダイオードに係わり、特に、発光素子からの発光波長の少なくとも一部を吸収して可視の蛍光を発光する蛍光物質を有する透光性樹脂を孔版印刷によって発光素子を封止する発光ダイオードの形成方法である。これにより、形成された発光ダイオードの封止樹脂中に蛍光物質を極めて均一に混合させ光特性の安定した発光ダイオードが得られるものである。

【0013】また、本発明の請求項4に記載の発光ダイオードの形成方法は、孔版印刷を減圧又は加圧下で行う発光ダイオードの形成方法である。これにより、気泡等をなくし、より形成された発光ダイオード間のバラツキ

4

がより少なく発光むらや色むらの少ない白色光などが発光可能な発光ダイオードを形成させることができる。特に蛍光物質に加えて拡散材を添加させることにより、光の行路長を長くし均一な混色光を発光させる場合においては、蛍光物質、拡散材及び透光性樹脂の比重の違いによっても色むらが生じやすい為、本発明の効果が大きい。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施態様例による発光ダイオードとして図1に、白色発光可能なチップタイプLEDの模式的断面図を示してある。表面に所望の銅箔パターンが形成された基板上にLEDチップ103を搭載する。搭載されたLEDチップは単体では単色性ピーク波長である青色系の可視光を発光する発光素子103であり、マウント部材108となるエポキシ樹脂によりマウント固着されている。発光素子の各電極は、金等よりなるワイヤ107で基板上に設けられた各リード電極105、106となる銅箔パターンとワイヤボンダ結合している。

【0015】次に、発光素子303及びワイヤ307が配置された絶縁性基板304上に、これら発光素子などが内部に配置されるように貫通孔があいたマスク311を被覆させる。続いて、青色系の可視光を照射すると黄色系の可視蛍光を発する無機蛍光体302としてCeで付活されたYAG蛍光体を約5質量%及び有機拡散材としてCTUグアナミン樹脂2%を混合させた脂環式エポキシ樹脂組成物(粘度10,000)301を印刷するインキとして利用しマスク311上から図3如く流し込み孔版印刷成形させる。なお、これらの工程で減圧又は加圧下にて孔版印刷成形させると、極めて簡単に気泡などを脱泡させることができる。特に本発明においては、無機蛍光体であるYAG:Ceが含有されているために混合中に気泡が入りやすい傾向にある。

【0016】このような気泡は、発光素子であるLEDチップからの光や蛍光体からの蛍光を屈折等させるために色むらや輝度むらとなって顕著に観測され易い。そのため、減圧又は加圧下にて印刷形成させることは特に大きな効果がある。また、蛍光物質の分散均一性を保持するためにある程度の粘度(B型粘度計で5,000PS以上100,000PS以下が好ましく、より好ましくは9,000PS以上30,000PS以下である。)が必要となり、簡単には脱泡しない。このような粘度は透光性樹脂の種類や溶剤を選択させることによって種々調整させることができる。そのため、本発明においては減圧或いは加圧下において孔版印刷させることがより好ましい。なお、このような粘度の調整は樹脂組成を選択するほか、液状透光性樹脂内に固形状の透光性樹脂を所望量含有させることによって調整させることができる。同様に、溶媒の量によっても調整させることができる。次に、この状態で約150℃にて硬化させる。硬化後マス

(4)

5

クを除去させることによって、発光素子103が配置された基板104上に蛍光物質102が含有された透光性樹脂101で封止させたチップタイプLED100を形成させることができる。

【0017】発光ダイオードは同一基板上に複数の発光素子をドットマトリックス状に配置させることにより白色LEDディスプレイの如く構成することもできるし、ドットマトリックス状に形成させた後、個々に分割させて量産性よく発光ダイオードを形成させることもできる。また、基板上の所望の箇所に発光ダイオードを配置

させることによりセグメント表示器などを構成させることもできる。

【0018】本発明で透光性樹脂は、成型前状態の状態は比較的高い粘度で保持することができる。そのため、粘度の低い液体のように、樹脂中の蛍光物質が自由に沈降あるいは浮遊することはない。そのため、蛍光物質の混合状態は比較的良好に維持することができる。また、成形時に透光性樹脂が溶融し液体で存在する期間は数分から数十秒と、キャビティ中に流し込んで熱硬化形成する方法の数時間と比較して極めて短い。さらに、固化ま

での時間も極めて短く樹脂と蛍光物質との分離もほとんど発生しない。

【0019】すなわち、成形前及び成形後固化までの間に樹脂と蛍光物質との分離が極めて発生し難い。これにより本発明の発光ダイオードでは、透光性樹脂と蛍光物質の比重差によらず樹脂中に均一分散させることができる。そのため、発光ダイオード内の蛍光物質の分布均一だけでなく、製造ロットごとの蛍光物質の含有量バラツキも極めて少なく量産性の高い発光ダイオードを形成させることができる。

【0020】特にYAG:Ce蛍光体を蛍光物質として含有した白色発光が可能な発光ダイオードとした場合、透光性樹脂に較べ比重の大きいYAG:Ce蛍光体でも常時極めて均一な分布のものができる。そのため色温度の均一な発光ダイオードが安定して形成し得る。なお、マスクをとった後で硬化させることにより蛍光物質が含有された透光性樹脂の表面を表面張力により凸レンズ形状とさせることもできる。以下、本発明に用いられる各構成について詳述する。

【0021】(透光性樹脂)本発明に用いられる透光性樹脂は蛍光物質を内部に含有させ孔版印刷により発光素子上などに配置させることができるものである。具体的には、脂環式エポキシ樹脂、含窒素エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂を好適に利用することができる。これらの透光性樹脂中に蛍光物質を分散させることで孔版印刷に利用可能な材料とすることができる。これらの透光性樹脂には所望の波長をカットする着色剤、所望の光を拡散させる酸化チタン、酸化アルミニウムなどの無機拡散材やメラニン樹脂、CTUGアナミン樹脂、ベンゾグアミン樹脂などの有機拡散材、樹脂の耐光性を高める紫外線

6

吸収剤、酸化防止剤や有機カルボン酸亜鉛、酸無水物、亜鉛キレート化合物などの硬化促進剤を種々の添加剤の一つとして含有させることもできる。

【0022】(蛍光物質)本発明に用いられる蛍光物質としては、発光素子から発光された電磁波で励起されて蛍光を発する蛍光物質をいう。蛍光物質は一般に発光波長よりも励起波長の方が短波長であれば効率が良いため、発光素子からの発光波長よりも長波長の蛍光を発する蛍光物質を用いることが好ましい。具体的蛍光物質として青色の発光素子との混色により白色を発光させるためには、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体、ペリレン系誘導体、銅で付活されたセレン化亜鉛など種々のものが挙げられる。特に、イットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体は、発光素子に窒化物半導体を用いた場合、耐光性や効率などの観点から特に好ましい。

【0023】セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体として、Y、Lu、Sc、La、Gd及びSmの群から選択された少なくとも1つの元素と、Al、Ga及びInの群から選択される少なくとも1つの元素とを有するセリウムで付活されたガーネット系蛍光体は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが450nm付近にさせることができる。また、発光ピークも530nm付近にあり700nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持たすことができる。この蛍光体の組成を変化させることで発光色を連続的に調節することが可能である。即ち、長波長側の強度がGdの組成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を白色系発光に変換するための理想条件を備えている。同様に、Lu、Lc、ScやSmなどを加えて所望の特性を得るようにしても良い。

【0024】このようなセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体は、Y、Gd、Ce、Sm、La、Al及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、Sm、Laの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を蔭酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中1350~1450°Cの温度範囲で2~5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。

【0025】本発明の発光ダイオードにおいて、このような蛍光物質を2種類以上混合させてもよい。具体的には、Al、Ga、Y及びGd、LaやSmの含有量が異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・

(5)

7

アルミニウム・ガーネット系蛍光体を混合させてRGBの波長成分を増やすことなどができる。このような場合、異なる蛍光物質間の比重が異なっているにもかかわらず、均一な発光ダイオードを形成することができる。

【0026】(発光素子) 本発明に用いられる発光素子とは、蛍光物質を励起可能な発光波長を発光できる発光層を有する半導体発光素子である。このような半導体発光素子としてZnSeやGaNなど種々の半導体を挙げることができるが、蛍光物質を効率良く励起できる短波長が発光可能な窒化物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) が好適に挙げられる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やpn接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0027】窒化物半導体を使用した場合、半導体用基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO等の材料が好適に用いられる。結晶性の良い窒化物半導体を量産性よく形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上にMOCVD法などを用いて窒化物半導体を形成させることができる。サファイヤ基板上にGaN、AlN、GaAlN等のバッファ層を形成しその上にpn接合を有する窒化物半導体を形成させる。

【0028】窒化物半導体を使用したpn接合を有する発光素子例として、バッファ層上に、n型窒化ガリウムで形成した第1のコンタクト層、n型窒化アルミニウム・ガリウムで形成させた第1のクラッド層、窒化インジウム・ガリウムで形成した活性層、p型窒化アルミニウム・ガリウムで形成した第2のクラッド層、p型窒化ガリウムで形成した第2のコンタクト層を順に積層させたダブルヘテロ構成などが挙げられる。

【0029】窒化物半導体は、不純物をドーピングしない状態でn型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のn型窒化物半導体を形成させる場合は、n型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、p型窒化物半導体を形成させる場合は、p型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーピングさせる。窒化物半導体は、p型ドーパントをドーピングしただけではp型化しにくいのでp型ドーパント導入後に、炉による加熱やプラズマ照射等により低抵抗化させることが好ましい。電極形成後、半導体ウェハーからチップ状にカットさせることで窒化物半導体からなる発光素子を形成させることができる。

【0030】本発明の発光ダイオードにおいて白色系を発光させる場合は、蛍光物質からの発光波長との補色関

8

係や透光性樹脂の劣化等を考慮して発光素子の発光波長は400nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。発光素子と蛍光物質との励起、発光効率をそれぞれより向上させるためには、450nm以上475nm以下がさらに好ましい。なお、400nmより短い紫外域の波長を利用することは言うまでもない。

【0031】(リード電極) リード電極としては、発光素子と外部とを電氣的に接続させるものであり、十分な電気伝導性とボンディングワイヤ等との接続性が求められる。リード電極と発光素子とを電氣的に接続させるためにはAgペースト、Cuペースト、カーボンペースト、金属バンプや金属酸化物が含有された樹脂等を用いることができる。同様にワイヤとしては、発光素子の電極とのオーミック性、密着性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、作業性などを考慮してワイヤの直径は、好ましくは、 $\Phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45 \mu\text{m}$ 以下である。このようなワイヤとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いたワイヤが挙げられる。

【0032】リード電極の具体的な電気抵抗としては $300 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは $3 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以下である。また、リード電極上に発光素子を積載する場合は、発光素子からの発熱を外部に逃すために熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、 $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましくより好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、メタライズパターン付きセラミック等が挙げられる。以下、本発明の具体的実施例について詳述するがこれのみに限定されないことは言うまでもない。

【0033】

【実施例】(実施例1) 図2に示すように表面実装型の発光ダイオードを形成させた。LEDチップ303は、発光層として単色性発光ピークが可視光である475nmの $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 半導体を有する窒化物半導体素子を用いた。より具体的にはLEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化物半導体を成膜させることにより形成させることができる。ドーパントガスとして SiH_4 と Cp_2Mg を切り替えることによってn型窒化物半導体やp型窒化物半導体となる層を形成させる。

【0034】LEDチップの素子構造としてはサファイヤ基板上に、アンドープの窒化物半導体であるn型GaN層、Siドーピングのn型電極が形成されn型コンタクト層となるGaN層、アンドープの窒化物半導体であるn

(6)

9

型Ga_{0.4}N_{0.6}層、次に発光層を構成するバリア層となるGa_{0.4}N_{0.6}層、井戸層を構成するInGa_{0.4}N_{0.6}層、バリア層となるGa_{0.4}N_{0.6}層を1セットとしGa_{0.4}N_{0.6}層に挟まれたInGa_{0.4}N_{0.6}層を5層積層させた多重量子井戸構造としてある。発光層上にはMgがドーピングされたp型クラッド層としてAlGa_{0.4}N_{0.6}層、Mgがドーピングされたp型コンタクト層であるGa_{0.4}N_{0.6}層を順次積層させた構成としてある。(なお、サファイヤ基板には低温でGa_{0.4}N_{0.6}層を形成させバッファ層とさせてある。また、p型半導体は、成膜後400℃以上でアニールさせてある。)

エッチングによりサファイヤ基板上の窒化物半導体に同一面側で、pn各コンタクト層表面を露出させる。各コンタクト層上に、スパッタリング法を用いて正負各台座電極をそれぞれ形成させた。なお、p型窒化物半導体上の全面には金属薄膜を透光性電極として形成させた後に、透光性電極の一部に台座電極を形成させてある。出来上がった半導体ウェハをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ半導体発光素子であるLEDチップを形成させた。

【0035】一方、エッチングにより一対の銅箔パターンをガラスエポキシ樹脂上に形成させることによって、リード電極を持った基板304を形成する。基板には、マスクとしても機能する側壁311が形成されている。LEDチップはエポキシ樹脂を用いてガラスエポキシ樹脂上にダイボンディングした。LEDチップの各電極と、各リード電極とをそれぞれ金線307でワイヤボンディングし電氣的導通を取った。

【0036】また、蛍光物質302は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を蔭酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400℃の温度で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。形成された(Y_{0.6}Gd_{0.4})₃Al₅O₁₂:Ce蛍光物質25重量部、脂環式エポキシ樹脂100重量部と酸無水物、硬化化促進剤及び拡散材としてSiO₂を65℃で十分攪拌させ粘度が約11,000PSとさせた透光性のエポキシ樹脂組成物301を形成させる。

【0037】次に、LEDチップとリード電極とを導通を取ったガラスエポキシ樹脂基板上にマスク兼側壁として貫通孔があいたガラスエポキシ樹脂をエポキシ樹脂により固定配置させる。この状態で真空装置内に配置させると共に発光素子が配置されたガラスエポキシ樹脂基板上に蛍光物質を含有させた透光性樹脂組成物をインキとして配置させる。減圧下でスクリーン印刷と同様にして貫通孔を利用したキャビティ内に透光性樹脂を押し込む。この状態で、蛍光体が含有された透光性樹脂を150℃5分で一時硬化させた。次に、加圧下で発光ダ

10

イオードを150℃4時間で二次硬化させた。蛍光物質が含有された透光性樹脂は、LEDチップが配置されたキャビティ内部に形成させることができた。各LEDチップごとに分割させることでチップタイプLEDを500個形成させバラツキを測定した。得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点を測定しCIE座標上にプロットした。また、一個ずつの発光ダイオードにおいて外観上の発光むらがないことを確認した。

【0038】(比較例) 大気圧下で粘度を約1000cpsとした以外は同様に形成させた蛍光物質402が含有された透光性エポキシ樹脂組成物411を図4の如き細管410から発光素子403が配置された基板のキャビティ409内に流し込み硬化形成した以外は実施例1と同様のチップタイプLEDを形成させた。形成された発光ダイオードの500個平均と実施例1の発光ダイオードとを比較して色温度の製造バラツキを調べた。比較例の発光ダイオードの色度図上の面積と比較して実施例の発光ダイオードは、色温度の製造バラツキが約2割ほど小さくなった。

【0039】

【発明の効果】本発明によって、発光特性が安定した蛍光物質を有する白色系が発光可能な発光ダイオードを量産性良く製造させることができる。また、長時間量産時においても最初に形成された発光ダイオードと、後に形成された発光ダイオード間の発光ばらつきが極めて小さくさせることができる。さらに、比較的簡便に形成された発光ダイオード内における発光むらを低減させることができるため量産性と歩留りを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明の発光ダイオードを示す模式的断面図である。

【図2】 図2は本発明の他の発光ダイオードを示す模式的断面図である。

【図3】 図3は本発明の孔版印刷による形成を示した模式的工程断面図である。

【図4】 図4は本発明と比較のために示す発光ダイオードの形成を示した模式的工程断面図である。

【符号の説明】

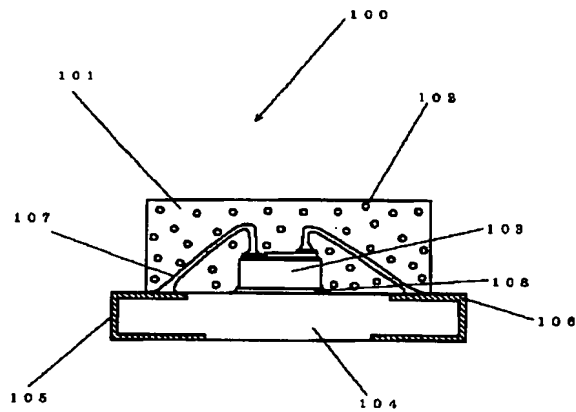
- 100・・・チップタイプLED
- 101・・・透光性樹脂
- 102・・・蛍光物質
- 103・・・発光素子
- 104・・・基板
- 105、106・・・リード電極
- 107・・・ワイヤ
- 108・・・マウント樹脂
- 200・・・チップタイプLED
- 201・・・透光性樹脂
- 202・・・蛍光物質

(7)

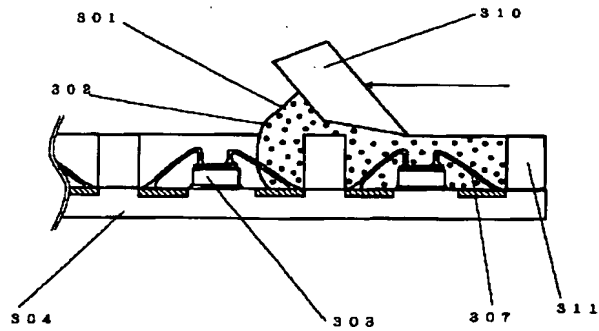
11

203・・・発光素子
 204・・・基板
 205、206・・・リード電極
 207・・・ワイヤ
 208・・・マウント樹脂
 209・・・基板の側壁
 301・・・透光性樹脂
 302・・・蛍光物質
 303・・・発光素子

【図1】



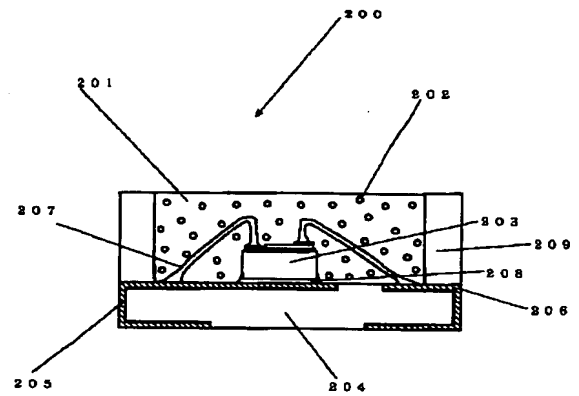
【図3】



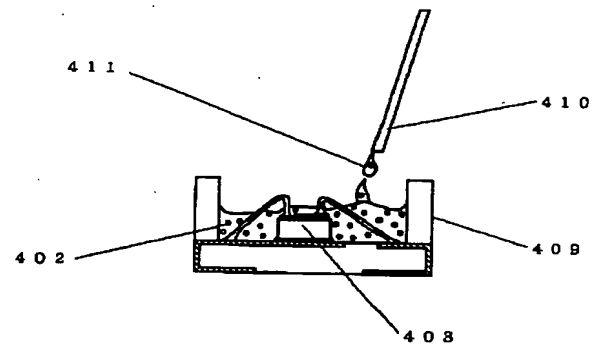
12

304・・・基板
 307・・・ワイヤ
 310・・・ヘラ
 311・・・マスクとなる側壁
 402・・・蛍光物質
 403・・・発光素子
 409・・・キャビティ
 410・・・細管
 411・・・ノズルから突出させた透光性樹脂

【図2】



【図4】



2000 12 12